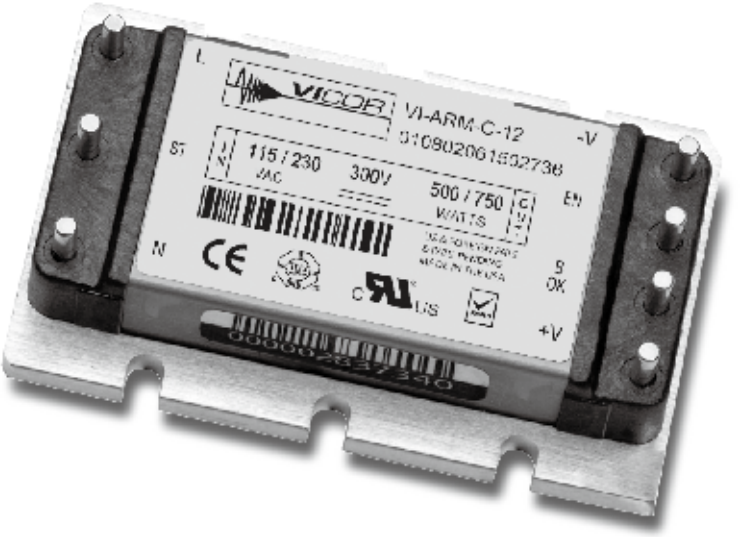
ARM

AC入力自動切換整流モジュール

Autornging **R**ectifier **M**odules

Users Manual



VICOR Japan Co., Ltd.

目　次

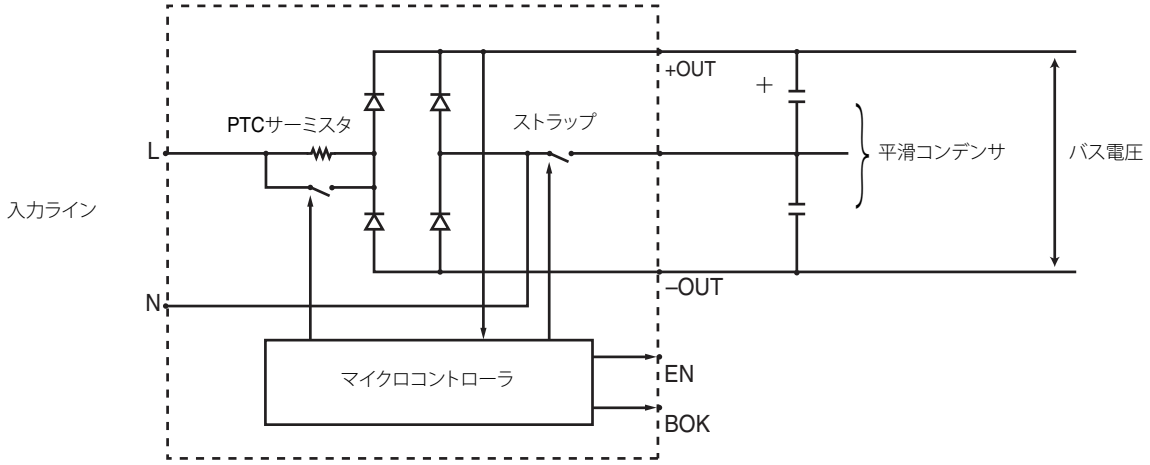
項　目	内　容	
1.概要		1
2.機能		1
3.AC入力電源の構成		2
	3-1.ストラップ端子(ST)	3
	3-2.イネーブル端子(EN)	4
	3-3. Bus-OK端子（BOK）	4
	3-4.フィルタ	5
4.ARMの為の平滑コンデンサ選択	4-1. 平滑コンデンサ	6
5.Web上の自動計算プログラムの使用		9
6.製品保証	6-1.保証範囲	10
	6-2.無償保証	10
	6-3.有償修理	10
	6-4.修理品の保証	10

1. 概要

ARM (Autoranging Rectifier Module) は、AC電圧の整流・突入電流抑制機能を提供します。
500/750 W 、もしくは750/1500 W モデルがクォーターブリックの形状（57.9 x 36.8 x 12.7 mm）で利用可能です。
ARM はワールドワイドのAC電圧を直接接続することができ、Vicorの300V入力のDC-DCコンバータと組み合わせることにより、AC自動切換（100V系では倍電圧整流、200V系ではブリッジ整流）、高密度、低背型なスイッチング電源を実現できます。
ARMにはマイクロプロセッサが内蔵されており、常にACライン電圧をモニターしています。
AC整流電圧の平滑用、および、瞬時停電の際の停電保持用として外部にコンデンサが必要です。
バイコーハイパワーDC-DCコンバータ　Micro シリーズと同一パッケージに収納されており、様々な端子形状やヒートシンクのオプションを選択可能です。

2. 機能

突入電流制限用PTC サーミスタ（正の温度係数）の両端をバイパスするスイッチは、倍電圧用ストラップスイッチと同様に、入力印加時にはオープンになっています（図 1 を参照）。
更に、コンバータモジュールはイネーブル（EN）信号によって停止し、Bus - OK信号（BOK）は"High"状態です。



1)　入力を印加すると、平滑コンデンサは充電され始めます。PTCサーミスタは充電電流を制限し、その時定数は平滑コンデンサ容量とPTCサーミスタの抵抗値（常温における）によって決定されます。コンデンサが AC入力ラインのピーク電圧に充電されるにつれて、コンデンサ電圧の立ち上がり勾配（dv/dt）はゼロに近づきます。

2)　電圧立上り勾配がゼロに近づいたときに、バス電圧（ARM の出力電圧）が 200V 未満ならば、倍電圧整流に切替わり、バス電圧は入力ラインのピーク電圧の 2 倍に指数的に上昇します。バス電圧が 200V を超えている場合は、倍電圧整流には切替わりません。

3)　電圧立上り勾配がゼロに接近したときに、バス電圧が 235V を超えているならば、突入電流用PTCサーミスタ両端のスイッチはクローズします。235V 未満ではこのスイッチは動作しません。

4)　突入電流抑制用PTCサーミスタ両端のスイッチがクローズして150msec 後までに、コンバータモジュールは起動します。

5)　コンバータの出力電圧が仕様範囲になるように、Bus-OK信号はさらに150msec遅れて出力されます（Low 出力）。

2. 機能

立下りシーケンス（図２参照）。
入力が停止またはなくなったときには、バス電圧がなくなり、以下のシーケンスが発生します。

1) バス電圧が 205Vdc 以下になると、Bus-OK 信号はなくなります（High 出力）。
2) バス電圧が 200Vdc 以下になると、コンバータは停止します。コンバータが停止した後で、入力が再び印加された場合、立上りシーケンスが繰り返されます。瞬時的に停電が発生し、そして、バス電圧がディセーブル敷居値に到達する以前に入力が復帰した場合には、立上りシーケンスは繰り返されません。

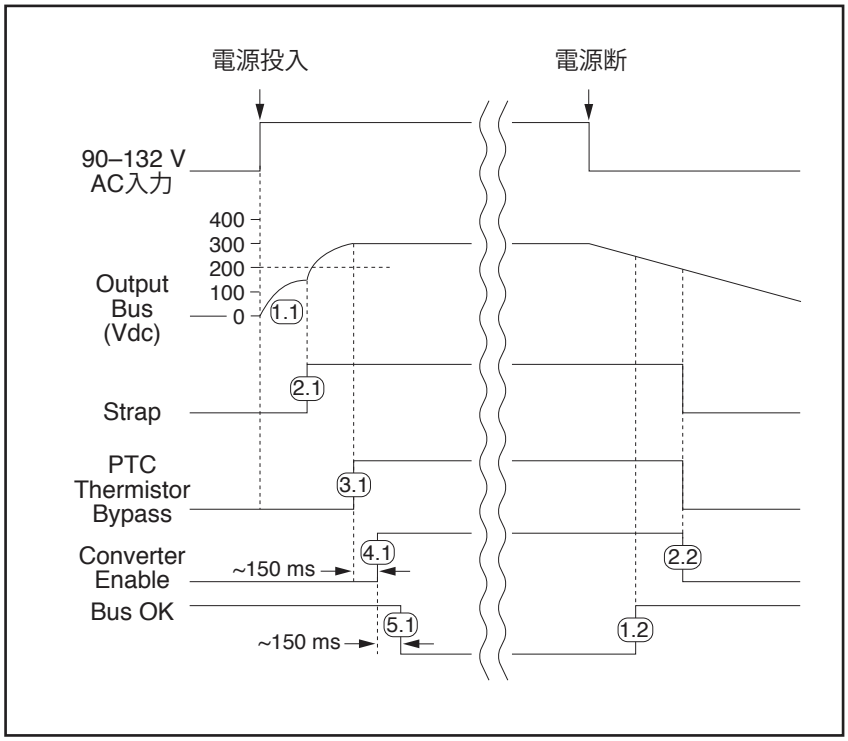


図2　立上り/立下りシーケンス

3. AC入力電源の構成

バイコーバラエティDC-DCコンバータ VI-260 シリーズおよびVI-J60 シリーズ、またはバイコーハイパワーDC-DCコンバータ 300V 入力シリーズと組合わせられるように、200～375Vdc のDC出力バス電圧を指定された入力電圧範囲においてARMは維持します。

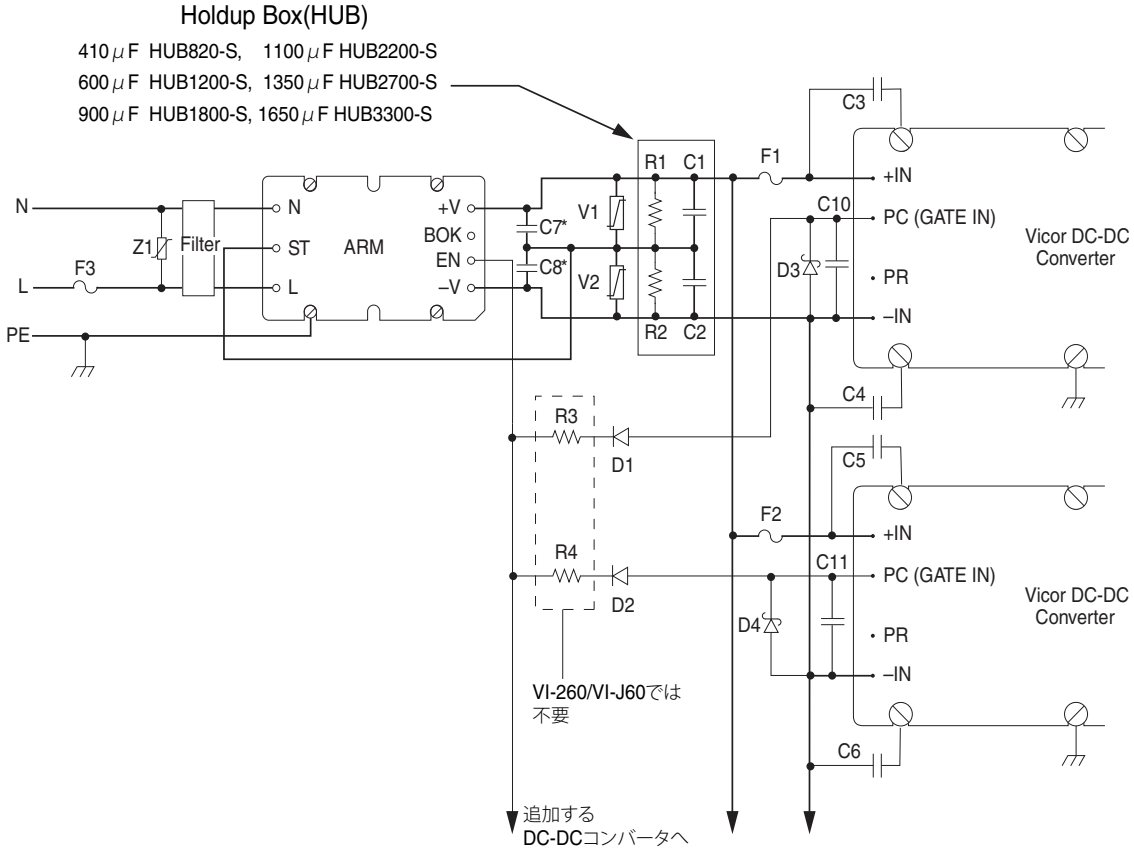
ARM は、不適切な電源ライン接続によるダメージの可能性を除いて、入力電圧に応じた適切な整流モード（倍電圧またはブリッジ整流）に自動的に切替わります。ARM-C12 は 90-132Vac 入力電圧範囲では 500W 定格、そして 180-264Vac 入力電圧範囲では 750W 定格です。ARMB-C22 は 90-132Vac入力電圧範囲では750W 定格、そして 180-264Vac 入力電圧範囲では 1500W 定格です（入力電圧によるディレーティング有）。最大出力定格を超えない限り、これらのモジュールのどちらでも適合するコンバータのあらゆる組合せ、あらゆる数量に対して AC フロントエンドとして役立てることができます。

3. AC入力電源の構成

3-1 ストラップ端子（ST）

入力端子および出力端子の接続に加えて、平滑コンデンサ（C1、C2. 図３参照）の直列接続個所（上段と下段の中点）にストラップ端子を接続することは、適切な自動切替整流を行う為に必要です。

平滑コンデンサの両端に接続するガスチューブアレスタはサージ入力の保護を行います。ブリーダー抵抗（R1、R2。図３参照）は、入力が停止したときに平滑コンデンサの電荷を放電します。



Part	Description	Vicor Part Number
C1,2	Holdup capacitors	
C3-6	4700pF (Y2 type)	01000
R1,2	150kΩ,0.5W	00127-1503
V1,2	220V MOV	20461-220
F1,2	DC-DCコンバータに合わせたヒューズを使用	
D1,2	Diode	00670
C7,8*	Film Cap., 0.61μF	06852
Z1	MOV(270V)	30076
D3,4	1N5817	26108
C10,11	0.001μF	
R3,4**	250Ω	
F3	ABC-10A VI-ARM-_1 ABC-10A VI-ARMB-_2	

基板パターンサイズ：
全てのパターンは重要な電流を流すため、パターン幅は適切にすること。

*C7&C8がVI-ARMの出力端子から15㎝以上離れる場合に必要
**VI-260/VI-J60では不要

3-2. イネーブル端子（EN）

イネーブル端子（図４参照）は、立上り期間においてコンバータを停止する為に、全てのコンバータモジュー ルのGate In端子またはPC 端子に接続する必要があります。もし接続しなかった場合、サーミスタを通じて、平滑コンデンサが充電されている間に、コンバータはスタートしようとし、その結果、バス電圧が上昇するのを妨げるでしょう。イネーブル端子の出力（NチャンネルMOSFET のドレイン）は、150kΩによって15V に内部でプルアップされています。

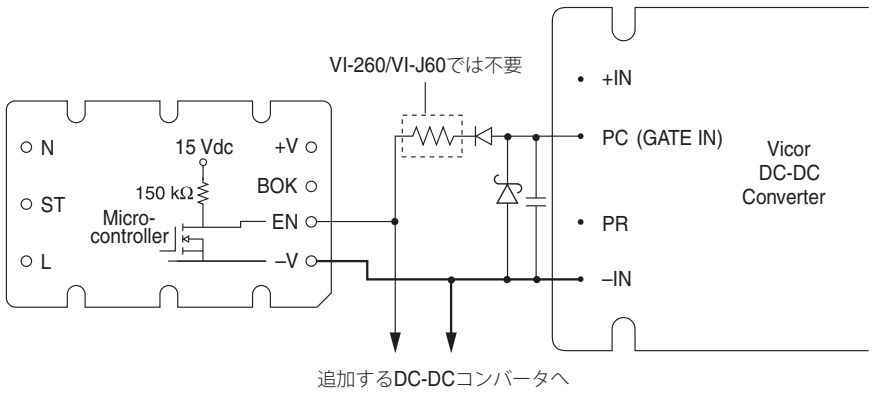


図4 EN端子接続

コンバータ間の干渉を防ぐために、信号用ダイオードを、各コンバータの Gate-In 端子（またはPC 端子）に直列に、そして直近に接続願います。

イネーブル端子は、立上り時の突入電流が終わってから、コンバータを起動するために、High 出力（マイナス出力端子基準で15V）に変化します。また、DC バス電圧が 400Vdc を超えた場合、イネーブル端子はコンバータを停止して、入力過電圧からコンバータを保護します。このような条件が起きた場合、PTCサーミスタのバイパス・スイッチはオープンになり、入力ラインにPTCサーミスタが直列に挿入されます。そして、ガス・チューブ・アレスタが動作した場合には、入力電流を制限している間に、バス電圧が安全なレベルまで減少します。故障、または過負荷によってバス電圧が 180Vdc未満に減少した場合にも、PTCサーミスタのバイパス・スイッチは同じくオープンになります。

3-3. Bus-OK端子（BOK）

Bus-OK端子（図 5 参照）は、停電警告を提供することを意図しています。
信号の基準は、マイナス出力端子です。

警告：
ARM の入力と出力間は、絶縁されていません。Bus-OK 信号をコンバータの二次側（出力側）で使用する場合は、フォトカプラによってBus-OK 信号を絶縁する必要があります。オシロスコープによる測定を行う際は、AC 入力ラインをトランスによって絶縁して下さい。製品の破壊をもたらすので、オシロスコープのプローブは、入力と出力に決して同時には接続しないで下さい。

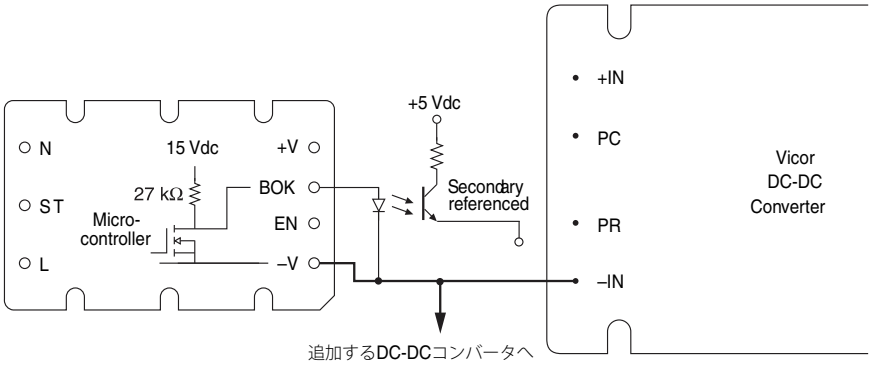
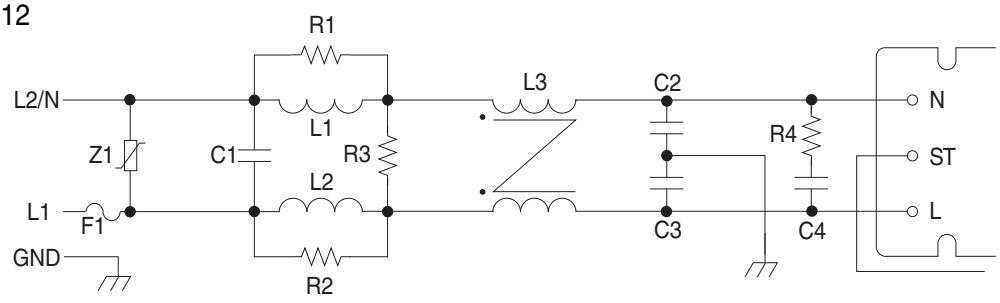


図5 絶縁したBus-OK信号

3-4. フィルタ

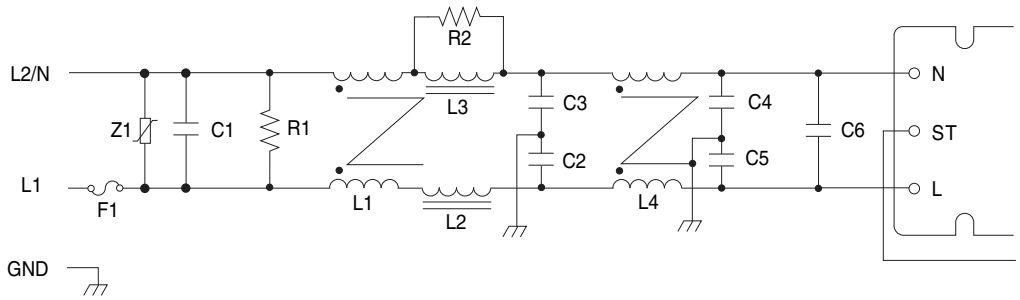
推奨する入力フィルタ（図6参照）は、コモンモードチョーク、Y規格コンデンサ（ライン・アース間）、2 つの追加したインダクタ、及びX規格コンデンサ（ライン・ライン間）から構成されています。
このフィルタの構成は、伝導雑音規制classBによる100kHz～30MHz間の周波数範囲において、コモンモードおよびノーマルモードノイズの充分な減衰が期待出来ます。

VI-ARM-C12



Part	Description	Vicor Part Number
C1	1.0μF	02573
C2,3	4700pF(Y2type)	29764
C4	0.15μF	03269
F1	10A Max	05147
L1,2	27μH	32012
L3	1.3mH	32006
R1,2	10Ω	
R3	150kΩ,0.5W	
R4	2.2Ω	
Z1	MOV	30076

VI-ARMB-C22



Part	Description	Vicor Part Number
L1,4	1,000μH 12A/6.5mΩ	31743
L2,3	22μH	29764
C1	0.68μF(X type)	02573
C2.3.4.5	4700pF（Y2 type）	03285
C6	0.22μF(X type)	04068
R1	390kΩ 1/2W	
R2	10Ω 1/2W	
F1	15A Max	
Z1	MOV	30076

図6 フィルタの接続

4. ARMの為の平滑コンデンサ選択

4-1. 平滑コンデンサ

平滑コンデンサの値は、出力バスのリップル電圧、および、出力保持時間、停電が発生してからBus-OK 信号が出力されるまでの時間によって、決定します（図 7 参照）。多くのアプリケーションは、定期間の瞬時な停電において、出力を維持する必要があります。すなわち、この間、コンバータは安定した出力電圧保持をしなければなりません。同様に、多くのこれらの同様のシステムは、秩序正しいシャットダウンを行う時間を確保する為に、停電警告信号を必要とします。

電圧 V を印加した平滑コンデンサに蓄えられるエネルギーは：

(1) $\varepsilon = 1/2 \cdot (CV^2)$

ここで：ε =蓄積されたエネルギー、C=コンデンサ容量、V=コンデンサ両端電圧

エネルギーは平滑コンデンサから供給され、コンバータによって放電されます。消費されたエネルギー（電力と時間による）は、以下：

(2) $\varepsilon = P\Delta t = C \cdot (V_1^2 - V_2^2)/2$

ここで：P=消費電力、Δt=放電時間、V1=平滑コンデンサ両端電圧（停電発生時）、
V2=平滑コンデンサ両端電圧（Δt 後）

必要とする平滑コンデンサの容量を求める為に、式（2）を変形します：

(3) $C = 2 \cdot P\Delta t / (V_1^2 - V_2^2)$

停電警告時間は、図 7 において示す通り、停電警告（BOK信号）とコンバータ停止（EN信号）との間の時間として定義されます。Bus-OK 信号、EN 信号の敷居値はそれぞれ、205V、及び 190V です。
出力保持時間、コンバータ入力電力、平滑コンデンサ容量の関係は、これらの定数を代入することによって得られます：

$C = 2 \cdot P\Delta t / (205^2 - 190^2)$

$C = 2 \cdot P\Delta t / (5925)$

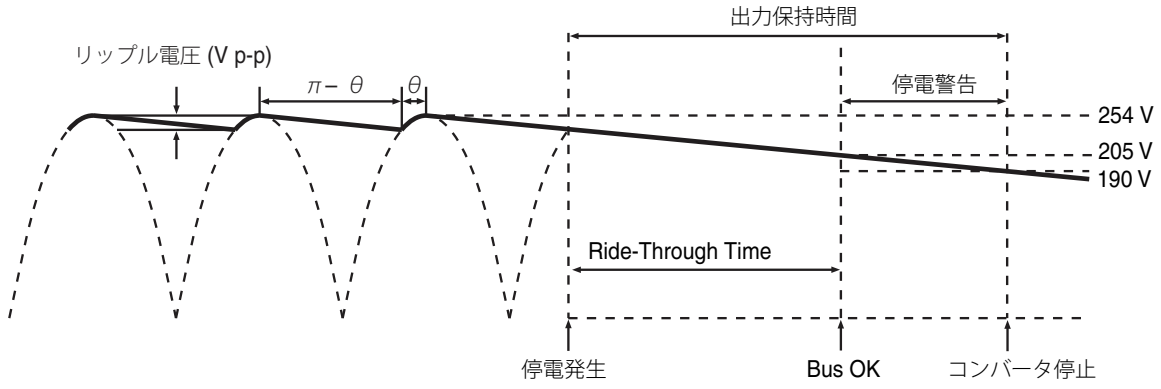


図7 出力保持時間と停電警告時間

4. ARMの為の平滑コンデンサ選択

直列接続するC1 およびC2（図３参照）は、計算された容量の２倍の値のコンデンサを必要とすることに注意して下さい。但し、必要とする定格電圧は、200V に減少します。

バス電圧上に許容されるリップル電圧、または平滑コンデンサのリップル電流が、必要とする容量を決定するかもしれません。コンバータのリップル除去率と、その結果生じるコンバータの出力リップル電圧も考慮願います。

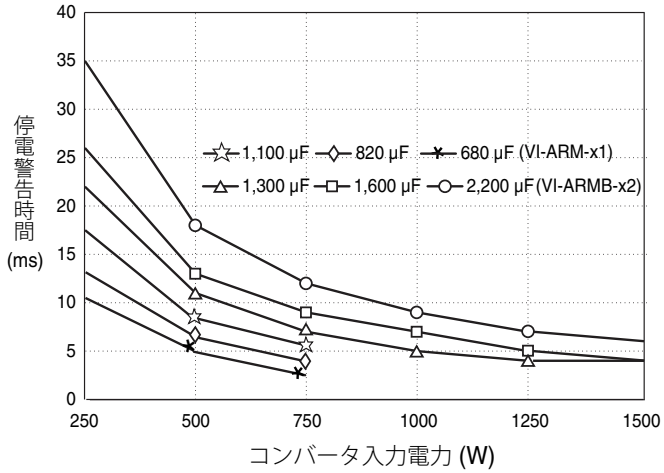


図8 停電警告時間vsコンバータ入力電力　及び
平滑コンデンサ容量（C1,C2の合成値。図3参照）

例えば、入力 300V /出力 15V のコンバータは、リップル除去率 56dB です、すなわち、入力リップル電圧が 10Vpp ならば、出力の商用リップル電圧は 15mV pp です（図１１参照）。
式３は、再び必要とする容量を決定する為に使用されます。この場合、各々、V1、V2 は、バス電圧の瞬時ピーク値、及びリップルの谷電圧（図７）です。以下に示されるように、整流されたラインのピーク電圧から谷電圧への放電時間（Δt）の間、平滑コンデンサはバス電圧を保持しなければなりません。

(4) $\Delta t = (\pi - \theta) / 2\pi f$

ここで、f=入力ライン周波数、θ=整流導通角

導通角θはおおよそ以下によって与えられます：

(5) $\theta = \mathrm{Cos}^{-1} \cdot V_2 / V_1$

平滑コンデンサの選択において他に注意しなければならないのは、平滑コンデンサのリップル電流定格です。リップル電流の最大値よりも、コンデンサの定格は大きくなければなりません。コンデンサのリップル電流（Arms）はおおよそ以下で与えられます：

(6) $I_{RMS} = 2P / V_{ac}$

ここで、P=コンバータ入力電力、Vac=入力ライン電圧

4. ARMの為の平滑コンデンサ選択

出力保持時間、停電警告時間、および、必要とされるリップル電圧に対する平滑コンデンサの計算値は、それぞれ図８、９，１０において、コンバータ入力電力（ARM出力電力）の関数として与えられます。

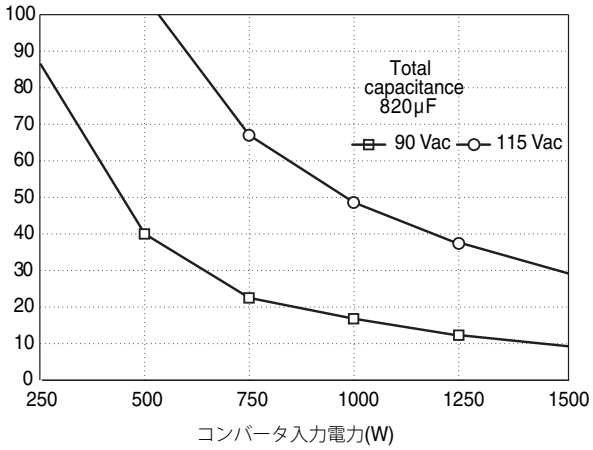


図9 出力保持時間vsコンバータ入力電力
及び平滑コンデンサ容量
(C1,2の合成値。図3参照)

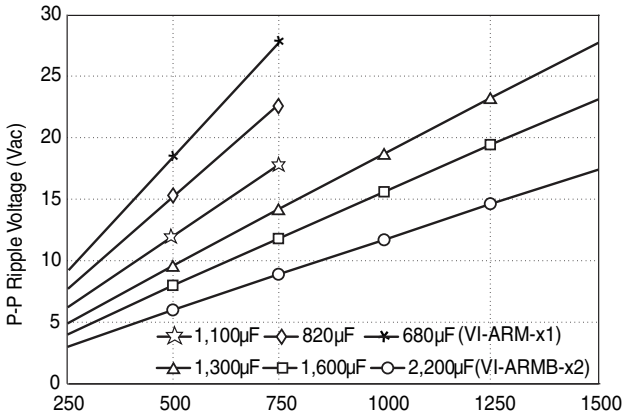


図10 リップル電圧vsコンバータ入力電力
及び平滑コンデンサ容量
(C1,2の合成値。図3参照)

例

この例では、負荷は 12Vdc 320W です。従って、コンバータの入力電力（ARM の出力電力）は、コンバータの効率を 85% とみなすと、375W です。希望する停電警告時間は、入力範囲 90～264Vac 上で 9ms です。

必要とする停電保持コンデンサ容量を決定する：

与えられた停電警告時間と電力に対する平滑コンデンサ容量を決定する為に、図８を使用します。その結果、平滑コンデンサの合成値は、少なくとも 820μF でなければなりません。２つのコンデンサを直列に使用しているので、各コンデンサは少なくとも 1,640 μF でなければなりません。停電警告時間が入力ライン電圧に依存していないことに注意して下さい。

4. ARMの為の平滑コンデンサ選択

停電発生から停電警告信号出力までの時間。
図９は、出力保持時間を、入力ライン電圧とコンバータ入力電力の関数として示します。そして、公称入力電圧 115Vac では、停電警告信号出力までの時間は 68msec です。出力保持時間は、入力ライン電圧の関数です。

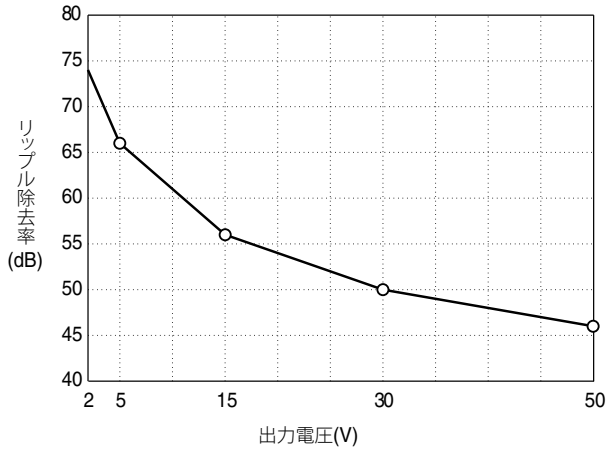


図11 コンバータのリップル除去率
vs 出力電圧

バス電圧（平滑コンデンサ両端）におけるリップル電圧を決定する：

図10は、平滑コンデンサとコンバータ入力電力の関数としてのバス電圧（平滑コンデンサ両端）におけるリップル電圧を決定するために使用されます。この例では、バス電圧のリップル電圧は、12 Vp-p です。

DC-DC コンバータの出力リップル電圧を決定する：

図11は、DC-DC コンバータのリップル除去率を決定するために使用されます。出力 12V については、リップル除去率が約 60 dB であることを示しています。バス電圧（平滑コンデンサ両端）におけるリップル電圧が 12Vp-p であり、そして、コンバータのリップル除去率が 60 dB なので、コンバータの出力リップル電圧は入力周波数 120Hz において、12 mVp-p となります。なお、バイコーハイパワーファミリ のコンバータは、VI-200シリーズ または VI-J00シリーズ のいずれよりも大きなリップル除去率を持っています。

5. Web 上の自動計算プログラムの使用

図8～11 のグラフを使用して、平滑コンデンサの容量を決定するのは困難かもしれません。
Vicor ホームページ（ http://www.vicorpower.com ）のDesign Calculators
（ http://www.vicorpower.com/technical_library/calculators/calc_arm-holdup.html）では、計算プログラムを使用して必要な平滑コンデンサ容量を求めることが出来ます。
Design Calculators の中で、[Holdup capacitors for use with VI-ARM modules]を選択して下さい。

6. 製品保証について

1. 保証範囲

保証範囲とは正常なご使用状態に於ける納入品単位の保証を意味するもので、
納入品の故障により誘発される損害については、当社では一切責任を負うものではありません。

2. 無償保証

弊社製品の保証期間は、弊社工場出荷後２年間と定めており、保証期間中は無償にて修理致します。
修理対応不可の製品に関しましては、無償にて交換致します。
但し、次の場合は、保証期間内といえども有償修理とさせて頂きます。

- 製品の落下、衝撃等、不適当な扱いや、仕様条件以外での使用による故障及び破損。
- 天災による故障、及び破損。
- 弊社又は弊社が指定する会社以外の者が製品に改造・修理加工を施す等、弊社の責任と見られない故障及び破損。

3. 有償修理

原則として、保証期間を過ぎた製品の修理は有償となります。
修理は、製品の返却修理を基本としております。止むなく出張修理を希望される場合、別途出張料金を請求させて頂きます。
修理品に試験成績書を希望される場合は、有償となります。

（例外事項）

- 製品の損傷、劣化が著しく、修理費用が製品単価を上廻る場合。又は、信頼性が維持出来ないと判断した場合。
- 製造中止後２年以上経過した製品等につきましては、修理不可能な場合がありますので、別途ご相談させて頂きます。

4. 修理品の保証

修理品は該当個所の性能、機能に限り修理後６ヶ月間無償保証させて頂きます。
（故障品の解析、修理の迅速化と正確な判断を期すため、ご使用条件、故障時の状況を極力詳細にご連絡頂けますようお願い致します。）

本製品をご使用の前に!

安全上のご注意

本製品のご使用にあたっては、注意事項を遵守され、安全設計をお願い致します。
ご使用方法を誤ると、"感電・損傷・発火"の恐れがあります。
本資料に記載された製品は、航空宇宙機器・海底中継器・原子力制御システム・生命維持の為の医療機器等の、極めて高い信頼性が要求される機器への搭載を目的としておりません。

⚠ 警告	使用制限	●本製品は一般電子機器（事務・通信機器等）に使用されることを意図しております。 医療器・航空宇宙機・列車・原子力等の機器には使用しないで下さい。
	保護対策の実施	●電源故障時は出力端子に過大電圧がかかったり、電圧低下等が生じ機器の損傷発火等を誘発する恐れがあります。 最終機器には、電源故障時の保護対策を組込んで下さい。
	分解等の禁止	●分解及び改造・加工をしないで下さい。内部に高圧部位があります。感電・損傷・発火等の恐れがあります。
⚠ 注意	警告ラベル等の表示	●本製品は電子機器組込み用電源です。 貴社の本体装置には、ユーザーへの警告ラベルの貼付、取扱説明書には注意事項を明記願います。
	使用温度範囲の遵守	●指定使用温度範囲を超えて使用しないで下さい。感電・損傷・発火等の恐れがあります。安全上、装置内部の温度測定を推奨致します。
	湿気の厳禁	●結露状態でのご使用はお止め下さい。感電等の恐れがあります。
	劣悪環境の回避	●高温・多湿・塵埃・腐食性ガス環境でのご使用はお避け下さい。 感電等の恐れがあります。
	規格範囲内での使用	●入力電圧・出力電力・電流・ベースプレート温度は規格内でご使用下さい。これを超えると、製品の劣化・破損・感電等の恐れがあります。
	入力ヒューズの接続	●入力部（プラスピン側）にヒューズを接続して下さい。ヒューズが接続されていないと、故障時に感電・発火もしくは他の接続機器を損傷する恐れがあります。 ●安全の為に同梱されている「取扱注意事項」に指定されているヒューズをご使用下さい。
	ベースプレートの接地	●ベースプレート及びヒートシンクを接地して下さい。接地が不完全ですと感電等の恐れがあります。
	サージ電圧防止策	●落雷時等のサージ電圧防止策を実施して下さい。異常電圧による破損等の恐れがあります。
	ほこり対策	●電源に埃等が積もりますと放熱と絶縁が悪化し、装置の劣化・破損・感電につながる恐れがあります。
	冷却ファンご使用時	●ファンは寿命部品です。仕様範囲を超えた高温・多湿及び腐食性ガスの含まれる環境下でのご使用は、お避け下さい。塵埃防止の為にフィルタ等を設置願います。特に、塩害の恐れのある環境下では塩分が内部に侵入しないよう対策願います。

お問い合せ窓口

弊社アプリケーションエンジニアまでお問い合せ下さい。
TEL：03-5487-5407
FAX：03-5487-3885
E-mail：apps@vicorpower.jp

VICOR Japan Co.Ltd　バイコー ジャパン株式会社

〒141-0031　東京都品川区西五反田8-9-5
ポーラ第3五反田ビル6F

TEL:03-5487-3884（営業部）
03-5487-5407（アプリケーション エンジニアリング部）
FAX:03-5487-3885
http://www.vicorpower.jp

※記載されている内容は、製品の改良等のために予告無く変更することがあります。
製品をご使用の際は、事前に最新資料をご請求下さい。

ARM Users Manual Rev.3.改版.2010.10